

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) yang semakin berkembang mempengaruhi perkembangan industri-industri, khususnya industri kimia. Kehadiran industri kimia menunjang kehidupan manusia, meningkatkan perekonomian baik di bidang kesehatan, produksi barang dan jasa, keamanan maupun pendidikan. Dibukanya pasar bebas, merupakan tantangan bagi Indonesia untuk membangun industri kompetitif. Salah satu industri kimia yang dinilai prospektif adalah industri MEK.

Metil Etil Keton dengan rumus molekul $\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$, adalah salah satu senyawa keton yang banyak digunakan dalam industri dan diproduksi secara komersial. Metil etil keton berupa cairan jernih tidak berwarna, mudah terbakar, berbau seperti aseton dan stabil pada suhu kamar. Metil etil keton mudah larut dalam air dan beberapa pelarut organik lainnya (*Ullman*).

Metil etil keton sangat berperan pada beberapa industri kimia terutama pada industri cat, pelapisan, pernis, dan lain sebagainya. Sebagian besar MEK digunakan sebagai solvent misal pada nitrocellulose dan acrylic. Selain sebagai *solvent*, MEK juga digunakan sebagai *adhesives* (perekat), magnetic tapes, tinta cetak, dan sebagai bahan kimia *intermediate* pada produksi

antioksidan, parfum dan katalis. Proses polimerisasi *polystyrene*, *acrylonitrile-butadiene-styrene* dan *styrene-butadiene-rubber*. Metil etil keton merupakan solven yang mempunyai titik didih dan viskositas rendah (*Kirk-Othmer, 1995*).

Dengan semakin meningkatnya perkembangan industri kimia di Indonesia maka diperkirakan permintaan MEK pada tahun-tahun yang akan datang juga akan meningkat. Oleh karena itu pabrik MEK perlu didirikan di Indonesia dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Dapat menghemat devisa negara. Dengan adanya pabrik MEK untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia maka impor MEK dapat dikurangi.
2. Membuka lapangan kerja baru bagi penduduk di sekitar wilayah industri yang didirikan.
3. Dapat memacu berdirinya pabrik baru yang menggunakan bahan MEK.

1.1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelumnya, antara lain : perkembangan konsumsi MEK di dalam negeri itu sendiri, serta ketersediaan bahan baku dan kapasitas pabrik yang sudah ada. Kebutuhan MEK di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan, sehingga Indonesia masih mengimpor MEK dari luar negeri seperti Jepang, Thailand, Jerman dan USA. Berdasarkan

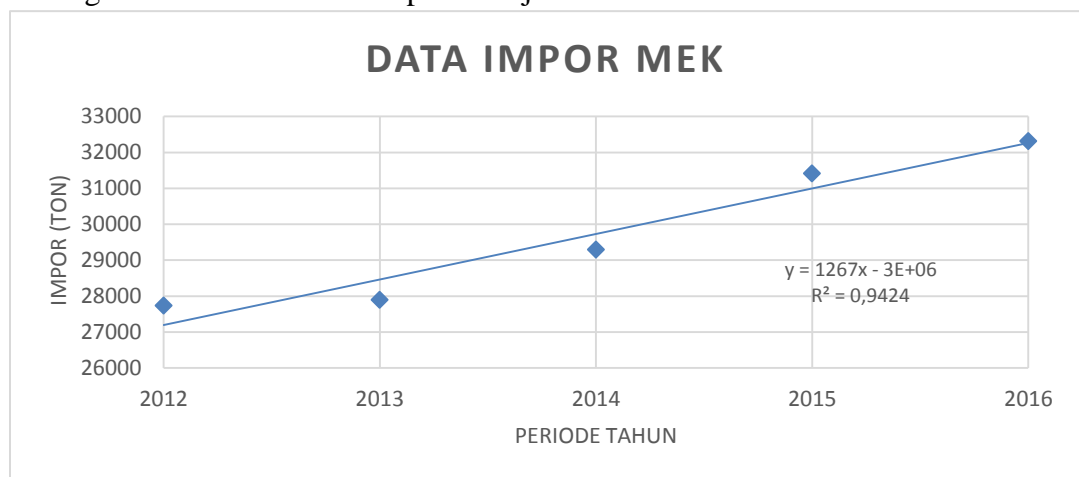
data dari BPS (Badan Pusat Statistik), data impor MEK dari tahun 2012 sampai 2017 disajikan pada tabel 1.1 berikut :

Tabel 1.1 Data Impor MEK dari tahun 2012 - 2017

Tahun	Impor (ton/tahun)
2012	27.736
2013	27.894
2014	29.295
2015	31.414
2016	32.311
2017	36.405

(Sumber : Biro Pusat Statistik Indonesia, 2012-2017)

Dari data impor Metil Etil Keton (Tabel 1.1), kemudian dilakukan regresi linier untuk mendapatkan grafik kenaikan impor MEK di Indonesia. Regresi linier untuk data impor ditunjukkan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan MEK Indonesia

Kapasitas pabrik MEK yang telah beroperasi di USA, Asia Timur dan Eropa Barat pada tahun 2002 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.2. Produksi MEK di dunia pada tahun 2002 (Sumber :Icis)

Produsen	Lokasi Pabrik	Kapasitas 2002 (ton/tahun)
Atofina	La Chambre, Perancis	50.000
Bangkok Synthetics	Map Ta Phut, Thailand	20.000
Celanese	Pampa, Texas, US	40.000
Exxon Mobil	Baton Rouge, US	135.000
	Fawley, UK	135.000
Idemitsu Petrochemical	Tokuyuma, Jepang	40.000
Maruzen Petrochemical	Ichihara, Jepang	90.000
Oxiteno	Triunfo, Brasil	40.000
Petro Brazi	Brazi, Romania	30.000
Sasol Solvents	Moers, Jerman	65.000
	Sasolburg, Afrika Selatan	55.000
Shell	Narco, Louisiana, US	136.000
	Pernis, Netherlands	85.000
SK Corp	Ulsan, Korea Selatan	50.000
Taiwan Synthetic	Lin Yuan, Taiwan	15.000

Tabel 1.2 Produksi MEK di dunia pada tahun 2002 (Lanjutan)

Produsen	Lokasi Pabrik	Kapasitas 2002 (ton/tahun)
Tasco Chemical	Lin Yuan, Taiwan	60.000
Tonen Chemical	Kawasaki, Jepang	60.000

Dengan menggunakan data impor MEK pada Tabel 1.1, maka kebutuhan MEK dimasa yang akan datang dapat diperkirakan dengan menggunakan metode regresi linear dengan persamaan yang diperoleh yaitu :

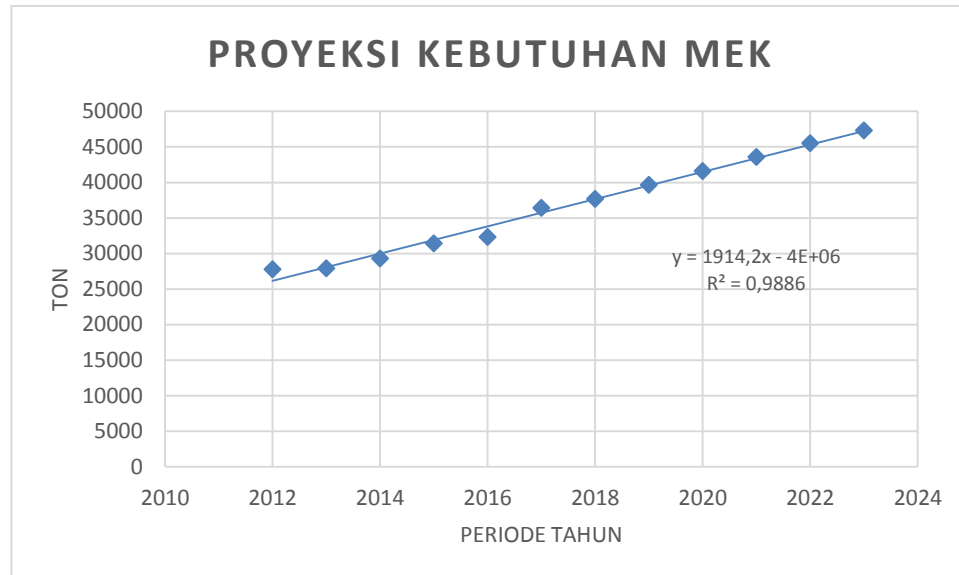
$$y = a + b(X - \bar{X})$$

$Y = 1914,2X + 24223$

Contoh perhitungan kebutuhan MEK pada tahun 2018 ($X = 7$) :

$$Y = 1914,2 (7) + 24223$$

$$Y = 37.622$$



Gambar 1.2 Grafik Proyeksi Kebutuhan MEK dari tahun 2012-2023

Dengan prediksi kebutuhan MEK di atas maka ditetapkan perancangan kapasitas pabrik sebesar 25.000 ton/tahun yang diperoleh berdasarkan persentase 60% dari nilai prediksi jumlah kebutuhan MEK pada tahun 2023 pabrik akan didirikan dengan pertimbangan untuk pemenuhan kebutuhan dalam negeri.

1.1.3 Ketersediaan bahan baku

Bahan baku untuk memproduksi MEK yaitu 2-Butanol yang diperoleh melalui impor dari PT. Maruzen Petro Chemicals, Jepang yang berkapasitas produksi 2-butanol sebesar 40.000 ton/tahun (*Chauvel.1989*). Sehingga lokasi pabrik hendaknya berada dekat dengan pelabuhan sehingga dapat mengurangi biaya transportasi dari pabrik ke kapal pengangkut ataupun sebaliknya.

1.2 Pemilihan Lokasi Pendirian Pabrik

Tata letak peralatan dan lokasi dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana pemipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan serta kelistrikan. Dalam menentukan lokasi dari suatu pabrik, perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi, yaitu :

1. Letak Sumber Bahan Baku dan Pemasaran

Untuk mengurangi biaya transportasi serta mempermudah dalam penjualan produk, maka faktor pemasaran perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik. Oleh karena itu, dalam perencanaan pendirian pabrik diusahakan dekat dengan pabrik yang membutuhkan produk ini. Metil Etil Keton banyak digunakan oleh industri kimia yang berada di kawasan industri Cilegon, Banten misalnya di PT.Chugoku Paints Indonesia, PT.Alfa Zulu Prima, PT.Daya Prima Paint, daerah Jabodetabek, Jawa Barat, maupun daerah Jawa lainnya. Selain itu bahan baku pembuatan Metil Etil Keton ini diimpor dari luar negeri (PT.Maruzen Petro Chemicals, Jepang). maka lokasi pabrik hendaknya berada dekat dengan pelabuhan sehingga dapat mengurangi biaya transportasi.

2. Utilitas

Utilitas yang diperlukan meliputi tenaga listrik, air dan bahan bakar. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari PLN. Kebutuhan air umum dan sanitasi dapat diambil dari PT. Krakatau Tirta Industri (KTI) yang berada di kawasan industri, sedangkan untuk kebutuhan air pendingin proses diambil dari Selat Sunda. Kebutuhan bahan bakar untuk generator dan furnace yang berupa solar dapat diperoleh dari Pertamina.

3. Transportasi

Faktor transportasi perlu diperhatikan dalam merencanakan lokasi pendirian pabrik, yaitu transportasi bahan baku dan transportasi produk. Jarak lokasi pabrik dengan pasar harus dapat dijangkau. Dengan lancarnya transportasi dari lokasi pabrik dengan lokasi pemasaran produk maka produktifitas pabrik akan berjalan lancar. Begitu juga dengan komunikasi yang lancar akan meningkatkan produktifitas pabrik tersebut, oleh sebab itu lokasi pabrik yang akan dibangun harus memiliki jaringan telepon agar hubungan dari luar kedalam pabrik dan dari dalam keluar dapat berjalan lancar. Daerah Cilegon, Banten dekat dengan pelabuhan serta memiliki jalan tol dan jalan raya yang menghubungkan berbagai kota di pulau Jawa sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku dan produk.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja di Indonesia khususnya daerah Cilegon sendiri cukup banyak sehingga penyediaan tenaga kerja tidak terlalu sulit memperolehnya. Tersedianya sarana pendidikan dari tingkat sekolah dasar hingga perguruan tinggi akan memenuhi kebutuhan tenaga kerja yang berkompoten. Masyarakat juga sudah terbiasa dalam lingkungan kawasan industri sehingga membantu dalam proses adaptasi ketika bekerja di area pabrik.

5. Kemungkinan Perluasan Pabrik

Kemungkinan perluasan dapat dilakukan disekitar lokasi pabrik, karena arealnya yang masih kosong dan tidak mengganggu pemukiman yang ada di sekitar lokasi pabrik khususnya daerah Cilegon merupakan daerah kawasan industri yang cukup luas.

6. Keadaan Masyarakat

Sikap dan tanggapan masyarakat daerah terhadap pembangunan industri tersebut perlu diperhatikan secara seksama karena hal ini ikut menentukan perkembangan industri. Masyarakat daerah merupakan sumber tenaga kerja maupun tempat pemasaran produk. Tetapi keselamatan dan keamanan dalam masyarakat perlu dijaga dengan baik.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Metil Etil Keton (C₄H₈O)

Metil etil keton (butanon) adalah senyawa keton kelompok alifatik yang memiliki rumus molekul CH₃COCH₂CH₃. Metil etil keton merupakan cairan organik tidak berwarna yang memiliki bau tajam seperti aseton dan memiliki titik didih yang rendah yaitu 79,6°C. Senyawa ini tersedia di alam dalam jumlah yang sangat terbatas. Oleh karena itu produksinya dilakukan oleh industri melalui sintesis. Metil etil keton diproduksi dengan cara dehidrogenasi dari 2-butanol menggunakan katalis *copper*, *zinc*, atau *bronze* pada temperatur 400-500 °C dengan konversi dari 2-butanol 80-95 %, dimana kemurnian dari MEK adalah lebih dari 95 %.

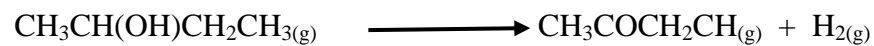
Metil etil keton memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan manusia sehari-hari karena dapat melarutkan banyak zat. Senyawa ini banyak digunakan sebagai pelarut dalam proses yang berhubungan dengan gum, resin, pelapisan asetat selulosa, dan nitroselulosa. Selain itu senyawa ini juga banyak digunakan dalam pembuatan plastik, dan produk rumah tangga seperti pernis, tekstil, dalam produksi lilin parafin, dan produk rumah tangga seperti pernis, penghilang cat, agen denaturasi untuk denaturasi alkohol, lem dan sebagai agen pembersih (EPA, 1994).

1.3.1 2-butanol (C₄H₉OH)

2-butanol, *sec*-butanol, adalah komponen organik dengan rumus molekul CH₃CH(OH)CH₂CH₃. 2-butanol mudah terbakar, tidak berwarna ketika dilarutkan dengan pelarut polar organik seperti eter dan alkohol lainnya. 2-butanol dapat diperoleh dengan hidrasi dari 1-*butane* menggunakan katalis

asam. 2-butanol di produksi dalam skala besar, khususnya untuk industri pelarut yaitu metil etil keton (Ullmann,2002).

Metil etil keton dapat terkonversi menjadi metil etil keton dan hidrogen yang sering dikenal dengan proses dehidrogenasi dengan reaksi sebagai berikut:



1.3.2. Hidrogen (H₂)

Hidrogen (H₂) merupakan salah satu unsur utama dalam air dan semua bahan organik serta tersebar luas tidak hanya di bumi tetapi juga di seluruh alam semesta. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, berbau, bersifat non logam, gasdiatomik yang sangat mudah terbakar dan merupakan unsur paling ringan di dunia. Hidrogen juga digunakan dalam proses penyulingan bahan bakar seperti dalam proses hydrocracking dan penghilangan belerang. Selain itu, sejumlah besar hidrogen digunakan pula dalam hidrogenasi katalitik minyak nabati tak jenu (Kirk and Othmer) padat. Hidrogenasi digunakan dalam pembuatan produk kimia organik.

1.4. Tinjauan Proses

Proses pembuatan MEK dapat dilakukan dengan beberapa proses antara lain (Ullmans, 1989) :

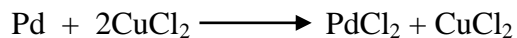
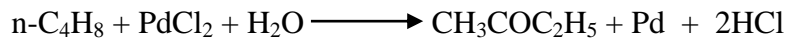
1) Proses oksidasi n-butana fase cair

Metil etil keton adalah produk samping dari oksidasi n-butana menjadi Asam asetat. Auto oksidasi n-butana fase cair menghasilkan Metil Etil Keton sebagai hasil samping dan Asam asetat sebagai produk utama. Proses pada reaktor plug flow dikembangkan oleh Union Carbide. Metil Etil Keton dan Asam asetat dengan perbandingan 0,15-0,23 : 1 diperoleh dengan oksidasi fase cair tanpa katalis pada 180 °C dan 5,3 MPa (52 atm). Oksidasi kontinyu dengan reaktor plug flow pada suhu 150 °C dan 6,5 MPa (64 atm) dan waktu tinggal 2,7 menit dapat membentuk Metil Etil Keton dan Asam asetat pada rasio 3 :1. Proses batch yang terjadi pada suhu 160 – 165 °C dan 5,7 MPa (56 atm) dapat mencapai rasio Metil Etil Keton dan asam asetat 0,4 : 1. Kelemahan proses ini adalah adanya permasalahan mengenai korosi akibat adanya oksidasi sehingga memerlukan penanganan khusus terhadap peralatan proses. (Ullmans, 1989)

2) Proses oksidasi langsung n-butene (Hoechst Wacker Process)

Reaksi ini analog dengan proses *Hoechst Wacker* untuk produksi asetaldehid via oksidasi *etylene*. Pada proses oksidasi langsung *n-Butena* berdasarkan *Hoechst-Wacker Process*, oksigen dialirkan ke n-butena pada fase yang sama

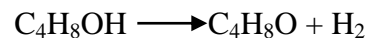
menggunakan PdCl₂/2CuCl₂ dengan mekanisme reaksi redoks. Selanjutnya PdCl₂ dan CuCl₂ dapat terbentuk kembali melalui oksidasi. Reaksi yang terjadi:



Akan tetapi proses ini secara komersial tidak baik karena terbentuk hasil samping seperti butiraldehid, butanon terklorinasi, dan karbon dioksida yang akan menurunkan yield. Selain itu juga sulit dalam pemurnian produk. (Ullmans, 1989)

3) Proses dehidrogenasi katalitik 2-butanol fase gas

Dehidrogenasi katalitik 2-Butanol merupakan reaksi endotermis yang terjadi pada fase gas. Reaksi yang terjadi:



Reaksi ini biasanya menggunakan katalis ZnO atau *brass* dengan temperatur reaksi antara 400 - 500 °C dan tekanan antara 1-3 atm. Konversi MEK 98 % (Mc Ketta, 1976). 2-butanol didehidrogenasi pada reaktor *fixed bed multitube*, panas reaksi disuplai lewat pemanas. Gas hasil reaksi dikondensasikan dan kondensat difraksionasi dalam menara distilasi. (Ullmans, 1989)

Pada perancangan ini dipilih proses 3 yaitu proses dehidrogenasi katalitik 2-butanol fase gas pada reaktor *fixed bed multitube*, dengan alasan :

1. Konversi yang dihasilkan tinggi yaitu 98 % dan tidak terjadi reaksi samping sehingga proses pemurnian produk lebih mudah dan ekonomis.
2. Tekanan operasi lebih rendah (1 – 3 atm) dibandingkan dengan proses oksidasi n-butana fase cair (64 atm).
3. Metil Etil Keton diproduksi sebagai produk utama sehingga kapasitasnya lebih besar dibanding proses oksidasi n-butana. Metil Etil Keton yang terbentuk merupakan produk samping dari produksi asam asetat.
4. Tidak ada permasalahan khusus mengenai korosi seperti pada proses oksidasi n-butana fase cair dan proses oksidasi Hoechst Wacker, sehingga peralatan proses dapat menggunakan bahan-bahan konstruksi dari baja.

1.5. Tinjauan Proses Secara Umum

Pada prinsipnya beberapa senyawa yang mengandung hidrogen dapat didehidrogenasi, namun biasanya proses dehidrogenasi terjadi pada senyawa hidrokarbon alifatik. Pada umumnya reaksi dehidrogenasi terhadap senyawa hidrokarbon sulit dilakukan. Reaksi ini membutuhkan temperatur tinggi agar tercapai kesetimbangan dan kecepatan reaksi yang lebih sehingga proses ini dapat berlangsung dengan baik pada fase gas. Reaksi dehidrogenasi dalam fase gas hanya sesuai dilakukan pada senyawa hidrokarbon tertentu. Senyawa tersebut harus mempunyai stabilitas termal yang cukup untuk menghindari terjadinya dekomposisi yang tidak diinginkan.

Reaksi dehidrogenasi merupakan reaksi endotermis. Panas untuk reaksi ditambahkan melalui pipa-pipa dan pemanasan umpan. Proses dehidrogenasi ini membutuhkan supplay panas dan pendinginan yang cepat untuk menghindari reaksi samping. Katalis yang dipakai ZnO. Pemilihan katalis didasarkan atas kondisi reaksi yang bersifat highly endotermic. Katalis ZnO adalah jenis katalis yang cocok digunakan pada reaksi dengan suhu tinggi (400 – 500 °C). Katalis menurun keaktifannya seiring dengan berkurangnya umur hidup katalis. Secara periodik perlu dilakukan regenerasi katalis (Ullmans, 1989).

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Metil Etil Keton (Kemurnian 99,5 %)		<i>(Yaws 1999)</i>
Wujud	: <i>Liquid</i>	
Rumus Molekul	: $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$	
Berat Molekul	: 72,10 kg/kmol	
Titik Didih	: 79,57 °C	
Titik Beku	: -86,3 °C	
Spesifik Gravity	: 0,81	
Panas Penguapan	: 106	
Temperatur Kritis	: 260 °C	
Tekanan Kritis	: 41 atm	
Kapasitas Panas	: $61,406 + 7,5324\text{E-}01\text{T} + (-2,2971\text{E-}03\text{T}^2)\text{J/mol.K}$ (cair)	

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 2-Butanol

(Coulson and R 1994)

Wujud	: <i>Liquid</i>	
Rumus Molekul	: $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	
Berat Molekul	: 74,12 kg/kmol	
Titik Didih	: 99,5 °C	
Densitas	: 0,807 gr/ml	

Titik leleh	: -114 °C
Spesifik Gravity	: 0,806
Temperatur Kritis	: 262,90 °C
Tekanan Kritis	: 40,9 atm
Kapasitas Panas	: 2,81 J/g.K (83,877 + 5,6628E-01T + (-1,7208E-03)T ² J/mol.K)
Kemurnian	: 99,5%
Impuritas	: H ₂ O 0,5%

2.2.2 Air

Wujud	: Liquid
Rumus Molekul	: H ₂ O
Berat Molekul	: 18 kg/kmol
Titik Didih	: 100 °C (1 atm)
Densitas	: 1
Titik leleh	: 0 °C (1 atm)
Spesifik Gravity	: 1
Temperatur Kritis	: 374,3 °C
Tekanan Kritis	: 79,9 atm
Kapasitas Panas	: 7,701 + 4,595. 10 ⁻⁴ + 2,521. 10 ⁻⁶ + T ² + 0,859. 10 ⁻⁹ T ³ kkal/kmol K

2.3 Spesifikasi Bahan Penunjang

Katalisator (Zinc Oxide On Coke)

Bentuk : Silinder

Diameter : 0,3175 cm

Tinggi : 0,3175 cm

2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik MEK ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa 2-butanol dan bahan-bahan pembantu *Copper-Zinc Oxide* dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik. Uji yang dilakukan antara lain uji densitas, viskositas, volatilitas, kadar komposisi komponen, kemurnian bahan baku.

2.4.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem kontrol.

2.4.2.1 Alat Sistem Kontrol

- a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *termocouple* untuk sensor suhu.
- b. *Controller* dan indikator, meliputi *level indicator* dan *temperature control, indicator control, pressure control, flow control*.
- c. *Actuator* digunakan untuk *manipulate* agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2.4.2.2 Aliran Sistem Kontrol

- a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk valve dari *controller* ke *actuator*.
- b. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
- c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

2.4.2.3 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka di lakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk, dan komposisi komponen produk.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Dalam proses pembuatan MEK dengan bahan baku 2-butanol pada dasarnya meliputi : penyiapan bahan baku, dehidrogenasi 2-butanol, dan pemisahan dan pemurnian produk.

a. Penyiapan bahan baku

Langkah ini dimaksud untuk mendapatkan umpan reaktor berupa uap 2-butanol yang berasal dari 2-butanol cair. Mula-mula 2-butanol cair dari tangki bahan baku (T – 01) dengan komposisi 99,5% berat 2-butanol dan 0,5% berat air pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dicampur dengan recycle hasil bawah dari menara distilasi. Hasil bawah dari menara distilasi berupa 2-butanol, air dan sedikit MEK cair dengan suhu 119,3 °C dan tekanan 3,2 atm. Hasil pencampuran dari umpan segar dan hasil recycle berupa 2-butanol, air dan sedikit MEK dengan suhu 39,3°C dan tekanan 3,2 atm di campur dengan hasil bawah dari separator (SP – 01) yang berupa 2-butanol, air dan MEK dengan suhu 162,5°C dan tekanan 3,2 atm dialirkan menuju vaporizer (VP-01) adalah 2-butanol, air, dan MEK cair dengan suhu 64,2°C dan tekanan 3,2 atm. Vaporizer akan mengubah 2-butanol, air dan MEK dari fase cair menjadi fase uap, hasil keluar vaporizer (VP-01) berupa 2-butanol, air, dan MEK fase uap

dengan suhu $162,5^{\circ}\text{C}$ dan tekanan $3,2\text{ atm}$ yang selanjutnya akan dinaikkan suhunya menjadi 400°C melalui proses pemanasan bertingkat yang menggunakan 2 heater sebagai alatnya, kemudian masuk kedalam reaktor.

b. Dehidrogenasi 2-butanol

Proses dehidrogenasi 2-butanol ini berlangsung dalam reaktor *fixed bed multitube* (R) pada suhu 400°C dan tekanan $3,2\text{ atm}$ dengan konversi 90%. Uap 2-butanol sebagai reaktan masuk pada pipa-pipa reaktor yang berisi katalisator zink oksida. Karena reaksi bersifat endotermis dengan suhu masuk umpan reaktor (R) 400°C maka digunakan gas hasil pembakaran sebagai pemanas yang dilewatkan pada bagian shell reaktor. Reaktor bekerja secara non isothermal dan non adiabatic pada keadaan endotermis. Produk keluar reaktor pada suhu $435,7^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan $3,18\text{ atm}$

c. Pemisahan dan Pemurnian Produk

Campuran gas keluar reaktor terdiri dari produk MEK dan sisanya reaktan yang belum bereaksi, kemudian dialirkan ke ekspansi valve untuk diturunkan tekanan dan suhunya. Keluar dari *ekspansi valve*, gas dialirkan ke *cooler* (CL-01) untuk diturunkan suhunya menjadi 150°C . Hasil keluar CL-01 berupa campuran uap MEK, air dan 2-butanol dengan suhu 150°C pada tekan $1,8\text{ atm}$. Setelah melalui CL-01 campuran uap masuk ke dalam kondenser parsial (CP) untuk diturunkan suhunya dengan menggunakan air sebagai pendingin dan dipisahkan sebagian didalam separator (SP-02). Hasil

keluar dari kondenser parsial (CP) berupa campuran cair MEK, air, dan 2-butanol dengan suhu $84,4^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1,8 masuk kedalam separator (SP-02) untuk dipisahkan H_2 yang berupa gas untuk dijadikan fuel gas. Hasil bawah separator (SP-02) yang sebagian besar berupa MEK, air dan 2-butanol fase cair jenuh dengan suhu $84,4^{\circ}\text{C}$ masuk ke dalam menara distilasi (MD) untuk dipisahkan menjadi hasil atas dan hasil bawah. Hasil atas menara distilasi (MD) terdiri dari MEK dengan kemurnian 99,5% berupa fase uap yang kemudian dialirkan ke condenser (CD-01) pada suhu $82,4^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1 atm kemudian di alirkan ke tangki accumulator. Cairan keluar tangki accumulator sebagian besar dialirkan ke cooler (CL-02) untuk diturunkan suhunya dari $82,4^{\circ}\text{C}$ menjadi 35°C . Hasil keluar dari CL-02 yang berupa MEK cair kemudian dimasukkan ke dalam tangki produk (T-012). Hasil bawah dari menara distilasi (MD) terdiri dari sebagian besar 2-butanol, air dan MEK. Hasil bawah menara distilasi pada suhu $117,4^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1,1 atm masuk kedalam reboiler untuk diuapkan kembali yang sebagian besar masuk kembali ke dalam menara distilasi dan sebagian dialirkan ke pompa (P-05) untuk dinaikkan tekanan dari 1,1 menjadi 3,2 untuk dircycle kembali.

3.2 Metode Penentuan Perancangan

Konsumsi metil etil keton dunia diprediksi selalu mengalami kenaikan yang berarti. Hal tersebut dikarenakan perkembangan sektor industri, pemanfaatan metil etil keton baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu. Rencana perencanaan pendirian pabrik metil etil keton dengan proses dehidrogenasi dari 2-butanol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini antara lain: neraca massa, dan spesifikasi alat.

3.2.1 Penentuan Neraca Massa

Penentuan neraca massa pendirian pabrik metil etil keton dengan proses dehidrogenasi dari 2-butanol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun meliputi:

1. Neraca massa vaporizer
2. Neraca massa reaktor
3. Neraca massa separator
4. Neraca massa menara distilasi

Kapasitas = 25.000 ton/tahun

1 tahun operasi = 330 hari

Kapasitas perancangan = 3.156,57 kg/jam

$$\frac{25.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} = 3.156,57$$

1. Vaporizer (VP-01)

Tabel 3.1 Neraca massa vaporizer (VP-01)

Nama bahan	Rumus Molekul	masuk (kg/jam)	keluar (kg/jam)	
			fase gas	fase cair
MEK	C ₄ H ₈ O	206,6305	165,3044	41,3261
Air	H ₂ O	23,0750	18,4600	4,6150
2-Butanol	C ₄ H ₉ OH	4483,3825	3586,71	896,6765
Total		4713,0880	4713,0880	

2. Separator 1 (SP-01)

Tabel 3.2 Neraca massa separator 1 (SP-01)

Nama bahan	Rumus Molekul	masuk kg/jam	keluar	
			Atas gas	Bawah cair
MEK	C ₄ H ₈ O	206,6305	165,3044	41,3261
Air	H ₂ O	23,0750	18,4600	4,6150
2-Butanol	C ₄ H ₉ OH	4483,3825	3586,7060	896,6765
Total		4713,0880	4713,0880	

3. Reaktor (R-01)

Tabel 3.3 Neraca massa reaktor (R-01)

Nama bahan	Rumus Molekul	Masuk (Kg/jam)	Keluar (kg/jam)
MEK	C ₄ H ₈ O	165,3044	3306,0870
Air	H ₂ O	18,4600	18,4600
2-Butanol	C ₄ H ₉ OH	3586,7060	358,6790
Hidrogen	H ₂	0	87,246
Total		3770,47	3770,47

4. Separator 2 (SP-02)

Tabel 3.4 Neraca massa separator (SP-02)

Nama bahan	Rumus Molekul	masuk (kg/jam)	keluar (kg/jam)	
			Atas	Bawah
MEK	C ₄ H ₈ O	3306,0870	-	3306,0870
Air	H ₂ O	18,4600	-	18,4600
2-Butanol	C ₄ H ₉ OH	358,6790	-	358,6790
Hidrogen	H ₂	87,246	87,246	-
Total		3770,4720	3770,4720	

5. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3.5 Neraca massa menara distilasi (MD-01)

Nama bahan	Rumus Molekul	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)	
			Atas	Bawah
MEK	C ₄ H ₈ O	3306,09	3140,783	165,304
Air	H ₂ O	18,46	15,783	2,677
2-Butanol	C ₄ H ₉ OH	358,68	-	358,679
Total		3683,23	3683,23	

3.2.2 Neraca Panas

1. Vaporizer (VP-01)

Tabel 3.6 Neraca Energi Vaporizer (VP-01)

Panas Masuk (kJ/jam)		Panas Keluar (kJ/jam)
Panas masuk	348540,06	820914,23
Kebutuhan Steam	472374,17	
Total	820914,23	820914,23

2. Reaktor (R-01)

Tabel 3.7 Neraca Energi Reaktor (R-01)

Keterangan	Panas Masuk (kJ/jam)	Panas Keluar(kJ/jam)
$\Delta H1$	10117,293	
$\Delta H2$		3580753,965
ΔHR		3570636,672
Qsteam	7141273,344	
total	7151390,637	7151390,637

3. Menara Destilasi (MD-01)

Tabel 3.8 Neraca Energi Menara Destilasi (MD-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
Entalpi Umpan masuk	1138219	Entalpi Umpan keluar distilat	1000
Q refluks	1567349	Entalpi Umpan keluar bottom	126334
		Q condenser	2578233
Jumlah	2705568	Jumlah	2705568

3.3 Spesifikasi Alat Proses

a. Tangki penyimpan bahan baku, T – 01 (2-Butanol 99,5 %)

Tugas : Menyimpan bahan baku Methanol 99,5 %
selama 1 bulan sebanyak 2595719,520 Kg

Kondisi penyimpanan : Atmosferik, suhu perancangan 30 °C

Jenis : Tangki silinder vertikal

Spesifikasi : Volume : 642618,664 gallon
: 2432,58 m³

Tinggi : 14,63 m

Diameter : 12,19 m

Tabel 3.9 shell tiap course plate tangki (T-01)

Plat dari bawah	H (ft) dari bawah	ts (in)
1	48	1,125
2	42	1,000
3	36	0,875
4	30	0,750
5	24	0,625
6	18	0,625
7	12	0,437
8	6	0,312

Tabel 3.10 shell tiap course plate tangki (T-02)

Plat dari bawah	H (ft) dari bawah	ts (in)
1	42	1,000
2	36	0,875
3	30	0,750
4	24	0,625
5	18	0,625
6	12	0,437
7	6	0,312

Bahan : *Baja Steel SA 283 Grade C*

Tebal Shell : 1 in

Jumlah : 1 buah

Harga : Rp21.341.984.500

c. Reaktor

Tujuan : Mereaksikan 2-Butanol menjadi MEK sebanyak
Kg/jam

Jenis : *Fixed Bed Multitube*

Fase : Gas

Kondisi operasi : Endotermis

	Suhu	= 400°C
	Tekanan	= 3 atm
Spesifikasi	: Diameter luar pipa	= 3,3528 cm
	Diameter dalam pipa	= 2,6645 cm
	Diameter Shell	= 100,1 cm
	Jumlah pipa	= 517 pipa
	Tinggi	= 4,4 m
	Katalis	= Zink Okside (ZnO)
Media Pemanas	: Superheated steam	
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Harga	Rp6.872.130.000	

d. Menara distilasi

Tujuan	: Memisahkan MEK sebanyak 3306,09 kg/jam
Jenis plate	: <i>Sieve plate distillation tower</i>
Kondisi operasi	: Puncak menara : Tekanan = 1 atm
	Suhu = 81,30 °C
	Umpan : Tekanan = 1 atm
	Suhu = 80,03°C
	Dasar menara : Tekanan = 1 atm
	Suhu = 92,56 °C

Spesifikasi	: Diameter Menara	= 0,9 m
	Tinggi	= 13,4313 m
	Jumlah Plate	= 22 plate
	Tebal shell	= 3/16 in
	Tebal head	= 3/16 in
Bahan	: Carbon steel SA 178 grade C	
Harga	: Rp12.267.536.500	

e. Condensor

Tugas	: Mengembunkan fluida hasil atas menara distilasi sebanyak 3.156,5657 kg/jam
Jenis	: <i>Shell and Tube Condenser</i>
Beban panas	: 2.444.977,94 Btu/jam
Luas transfer panas	: 689,5752 ft ²
Panjang	: 6 ft
<i>Shell side</i>	: Fluida dingin : air
	Ukuran : ID = 31 in
	Nt = 439
	Passes = 1
<i>Tube side</i>	: Fluida pasas : MEK, air
	Ukuran : OD; BWG = 0,75 in; 16

ID = 0,87
 Pitch = 1 square pitch
 Panjang = 6 ft
 Passes = 1

Dirt factor min : 0,003 hr.ft².F/Btu
 Dirt factor available : 0,010 hr.ft².F/Btu
 Catatan : Condensor memenuhi syarat, karena $R_d \text{ available} > R_d \text{ min.}$
 Bahan : Stainless steel
 Harga : Rp1.911.723.500

f. Accumulator

Tugas : Menampung sementara hasil kondensasi menara distilasi sebanyak 446,1507 kg/jam
 Jenis : Tangki silinder horizontal
 Spesifikasi : Diameter : 1 m
 Panjang : 1,85 m
 Tebal shell : 3/16 in
 Tebal head : 1/4 in
 Bahan : Carbon Steel SA – 283 grade C
 Harga : Rp559.091.000

g. Reboiler

Tugas : Menguapkan fluida hasil bawah menara distilasi
sebanyak 4242,1806 kg/jam

Jenis : *Shell & Tube Kettle reboiler*

Beban panas : 1.833.982,3818 kJ/jam

Luas transfer panas : 708,7963 ft²

Panjang : 16 ft

Shell side : Fluida dingin : 2-butanol, MEK dan air

Ukuran : ID = 15,25 in

Nt = 169

Passes = 2

Tube side : Fluida panas : steam

Ukuran : OD; BWG = 1 in; 10

Pitch = 1^{1/4} Square Pitch

Panjang = 16 ft

Passes = 2

Dirt factor min : 0,0020 hr.ft².°F/Btu

Dirt factor available : 0,0041 hr.ft².°F/Btu

Catatan : Reboiler memenuhi syarat, karena *Rd available* >
Rd min

Bahan : Stainless steel
 Harga : Rp2.243.947.500

h. Pompa (P – 01)

Tugas : Mengalirkan bahan baku ke tangki penyimpanan
 bahan baku sebanyak 4506,458 kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran pipa : ID = 3,068 in
 OD = 3,500 in
 Sch N = 40
 IPS = 3

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 74,371 gpm

Head pompa :

- Friction Head = 0,1 m
- Pressure Head = 0,0 m
- Velocity Head = 0,03 m
- Static Head = 5 m

Putaran Pompa :

- Kecepatan Putar = 3538,459 rpm
- Effisiensi Motor = 0,80
- Motor Standar = 0,3 Hp

Bahan penggerak : *Stainless steel SA 283 Grade C*
 Jumlah : 2 pompa
 Harga : Rp183.976.000

h. Pompa (P – 02)

Tugas : Mengalirkan hasil tangki penyimpanan bahan baku
 menuju umpan vaporizer sebanyak 4713,08 kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran pipa : ID = 3,068 in
 OD = 3,500 in
 Sch N = 40
 IPS = 3

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 78,265 gpm

Head pompa :

- Friction Head = 0,107 m
- Pressure Head = 0,0 m
- Velocity Head = 0,034 m
- Static Head = 5 m

Putaran Pompa :

- Kecepatan Putar = 3302,307 rpm
- Effisiensi Motor = 0,80
- Motor Standar = 0,3 Hp

Bahan penggerak : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 2 pompa

Harga : Rp129.195.000

i. Pompa (P – 03)

Tugas : Mengalirkan hasil bawah separator II menuju umpan menara distilasi sebanyak 3683,226 kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran pipa : ID = 3,068 in

OD = 3,500 in

Sch N = 40

IPS = 3

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 63,174 gpm

Head pompa :

- Friction Head = 0,07 m

- Pressure Head = 0,0 m

- Velocity Head = 0,02 m

- Static Head = 5 m

Putaran Pompa :

- Kecepatan Putar = 3011,248 rpm

- Effisiensi Motor = 0,80

- Motor Standar = 0,25 Hp

Bahan penggerak : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 2 pompa

Harga : Rp129.195.000

j. Pompa (P – 04)

Tugas : Mengalirkan hasil atas menara distilasi menuju tangki penyimpanan sebanyak 3156,566 kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran pipa : ID = 3,068 in

OD = 3,5 in

Sch N = 40

IPS = 3

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 54,105 gpm

Head pompa :

- Friction Head = 0,06 m

- Pressure Head = 0,0 m

- Velocity Head = 0,015 m

- Static Head = 5 m

Putaran Pompa :

- Kecepatan Putar = 310,086 rpm

- Effisiensi Motor = 0,80

- Motor Standar = 0,5 Hp

Bahan penggerak : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 2 pompa

Harga : Rp155.904.000

k. Pompa (P – 05)

Tugas : Mengalirkan hasil bawah menara distilasi sebanyak
526,6625 kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran pipa : ID = 1,049 in

OD = 1,32 in

Sch N = 40

IPS = 1

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 9,073 gpm

Head pompa :

- Friction Head = 0,274 m

- Pressure Head = 0,0 m

- Velocity Head = 0,03 m

- Static Head = 4 m

Putaran Pompa :

- Kecepatan Putar = 2990 rpm

- Effisiensi Motor = 0,80

- Motor Standar = 0,08 Hp

Bahan penggerak : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 2 pompa

Harga : Rp100.137.000

1. Pompa (P – 06)

Tugas : Mengalirkan hasil bawah menara distilasi keluaran accumulator sebanyak 3156,5657 kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran pipa : ID = 1,049 in

OD = 1,32 in

Sch N = 40

IPS = 1

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 9,073 gpm

Head pompa :

- Friction Head = 0,274 m

- Pressure Head = 0,0 m

- Velocity Head = 0,03 m

- Static Head = 4 m

Putaran Pompa :

- Kecepatan Putar = 2990 rpm

- Effisiensi Motor = 0,80

- Motor Standar = 0,08 Hp

Bahan penggerak : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 2 pompa

Harga : Rp172.637.000

m. Pompa (P – 07)

Tugas : Mengalirkan MEK dari tangki penyimpanan
sebanyak 3156,5657 kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal

Ukuran pipa : ID = 2,469 in

OD = 2,88 in

Sch N = 40

IPS = 2,5

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 52,366 gpm

Head pompa :

- Friction Head = 0,14 m

- Pressure Head = 0,0 m

- Velocity Head = 0,03 m

- Static Head = 5 m

Putaran Pompa :

- Kecepatan Putar = 423,912 rpm

- Effisiensi Motor = 0,80

- Motor Standar = 0,5 Hp

Bahan penggerak : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 2 pompa

Harga : Rp183.976.000

n. Cooler (CL – 01)

Tugas : Mendinginkan campuran gas keluar reaktor dari suhu 360°C menjadi 150°C dengan kecepatan umpan 3770,472 kg/jam

Beban panas : 190.325,330 Kcal/jam

Jenis : *Double Pipe Exchanger*

Luas perpindahan panas: 91,454 ft²

Spesifikasi pipa dalam :

- Diameter luar = 3,5 in
- Panjang = 20 ft
- Diameter dalam = 3,068 in

Spesifikasi shell :

- Diameter luar = 4,5 in
- Panjang = 20 ft
- Diameter dalam = 4,026 in

Hair pin = 3 pasang, seri

Bahan konstruksi = Carbon steel

Jumlah = 1 buah

Bahan : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Harga : Rp6.717.110.500

o. Cooler (CL – 02)

Tugas : Mendinginkan hasil atas menara distilasi dari suhu
81,3°C menjadi 30°C dengan kecepatan umpan
3156,5657 kg/jam

Beban panas : 160.263,465 Kcal/jam

Jenis : *Double Pipe Exchanger*

Luas perpindahan panas: 160,442 ft²

Spesifikasi pipa dalam :

- Diameter luar = 3,5 in
- Panjang = 20 ft
- Diameter dalam = 3,068 in

Spesifikasi shell :

- Diameter luar = 4,5 in
- Panjang = 20 ft
- Diameter dalam = 4,026 in

Hair pin = 3 pasang, seri

Bahan konstruksi = Carbon steel

Jumlah = 1 buah

Harga = Rp609.652.500

p. Heater (HE-01)

Tugas : Menaikan suhu hasil pemisahan dari separator dari
162,29 °C menjadi 400 °C

Beban panas : 278.178,322 Kcal/jam

Jenis : *Shell and Tube Heater*

Luas perpindahan panas: 299,671 ft²

Ukuran alat : Tube : OD = ¾ in

BWG = 14

Jumlah pipa = 95 pipa

Panjang = 16 ft

Passes = 2

Shell : ID = 17,25 in

Passes = 1

Bahan : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Harga : Rp59.885.000

q. Vaporizer

Tugas : Menguapkan 2-butanol dari suhu 56,6°C menjadi 162,29°C dengan
kecepatan umpan 4713,088 kg/jam

Beban panas : 1530774,864 Kj/jam

Jenis : *Shell and Tube Vaporizer*

Luas perpindahan panas : 865,825 ft²

Ukuran alat : Tube : OD = 1 in

BWG = 16

Jumlah pipa = 166

Pitch = 1 Square Pitch

Panjang = 20 ft

Passes = 2

Shell : ID = 21,25

Passes = 2

Dirt factor min : 0,002 hr.ft².F/Btu

Dirt factor available : 0,0054 hr.ft².F/Btu

Catatan : Vaporizer memenuhi syarat, karena $Rd_{available} > Rd_{min}$.

Bahan : *Stainless steel SA 283 Grade C*

Harga : Rp59.885.000

r. Separator (SP – 01)

Tugas : Memisahkan fase uap dan fase cair yang terbentuk didalam vaporizer dengan kecepatan umpan 4713,088 kg/jam

Jenis : Vertikal Drum Separator

Kondisi Operasi : Suhu = 162,3 °C

Tekanan = 3,2 atm

Spesifikasi : Diameter = 1,5 ft

Tinggi = 5,585 ft

Tebal shell = 0,25 in

Tebal head = 0,25 in

Bahan: Steel SA 167 grade C

Harga : Rp328.584.500

s. Separator (SP – 02)

Tugas : Memisahkan fase uap dan fase cair yang terbentuk dalam condenser parsial dengan kecepatan umpan 3770,472 kg/jam

Jenis : Horizontal Drum Separator

Kondisi Operasi : Suhu = 81,3 °C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi : Diameter = 2,00 ft

Panjang = 6,09 ft

Tebal shell = 0,25 in

Tebal head = 0,25 in

Bahan : Steel SA 167 grade C

Harga : Rp328.584.500

t. Condenser Parsial

Tugas : Menguapkan 2-butanol dari suhu 150°C menjadi 81,3 °C dengan

kecepatan umpan 3770,472 kg/jam

Beban panas : 125426,295 Kcal/jam

Jenis : *Shell and Tube Condenser*

Luas perpindahan panas: 757,99 ft²

Ukuran alat : Tube : OD = 3/4 in

BWG = 16

Jumlah pipa = 26

Pitch = 1 Square Pitch

Panjang = 12 ft

	Passes	= 2
	Shell : ID	= 8 in
	Passes	= 2
Dirt factor min	:	0,002 hr.ft ² .F/Btu
Dirt factor available	:	0,1919 hr.ft ² .F/Btu
Catatan	:	Condensor memenuhi syarat, karena R_d <i>available</i> > R_d min.
Bahan	:	<i>Stainless stell SA 283 Grade C</i>
Harga	:	Rp559.091.000

3.4 Perencanaan Produksi

3.4.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *MEK* di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *MEK* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan *MEK* akan terus meningkat di tahun yang akan datang, sejalan dengan berkembangnya industri - industri yang menggunakan *MEK* sebagai bahan baku maupun bahan tambahan. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 25.000 ton/ tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan *MEK* di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

- a. Dapat membantu memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju import *MEK* dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan *MEK* adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Bahan baku *MEK* tidak mudah didapat, oleh karena itu bahan baku diperoleh dari Negara Jepang.

3.4.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 - 2) Mencari daerah pemasaran.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

a. Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

c. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.